

新規な液相法による超薄膜を用いた電子デバイスの開発

ー ゲル型電解質の開発 ー

研究代表者 工学部 蓮覚寺 聖一

従来のゾルーゲル法とは異なる新規な液相法を開発し（アドバンストゾル・ゲル法）金属酸化物超薄膜の創製を行ってきた。本法で得られた膜は自己組織化能を持つと考えられ、配向性の良い薄膜が得られることから本研究ではマンガン酸化物薄膜を創製し固体電解質として用い、酸化チタン薄膜の光触媒能を利用して太陽電池を組み立てた。一方、高誘電体金属酸化物を薄膜化して充電機能を持ったキャパシターとして利用した。

1. 可能性試験の内容

・固体電解質の性能評価

マンガン酸化物を固体電解質として用いた太陽電池の反応スキームを図1に示す。透明導電ガラス上に透明な高性能光触媒、酸化チタン-酸化すず混合膜、をコートし、光照射により生じた h^+ 、 e^- により電流、電圧を取り出す。

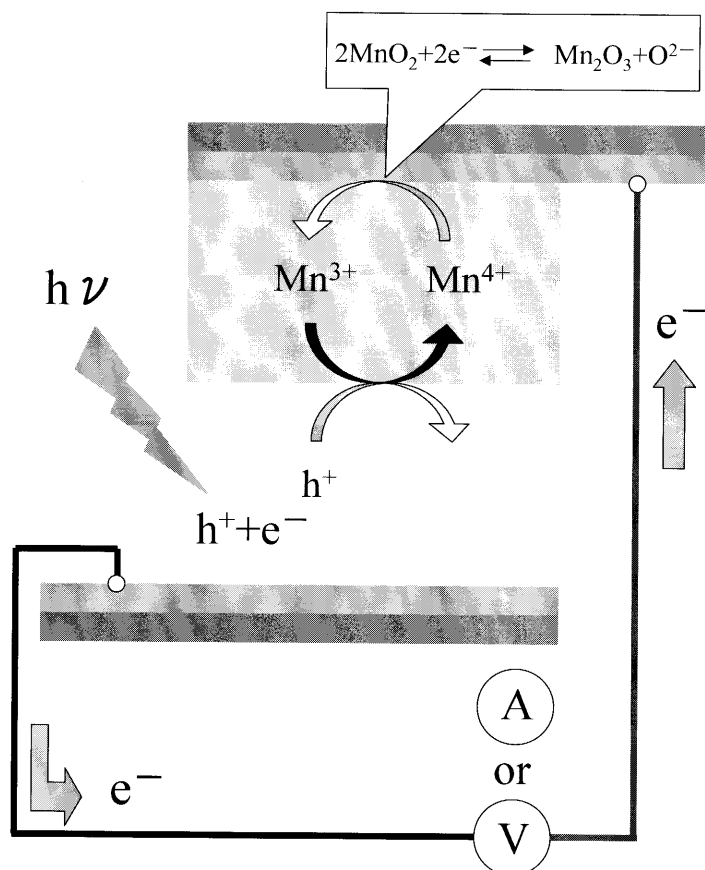


図 1

固体電解質はアドバンストゾル・ゲル法を用いて塩化マンガンを出発物質としてマンガン

前駆体溶液調整し、薄膜化し作製した。これを図2のように FTO 導電性基板上にコートした $\text{TiO}_2\text{-SnO}_2$ 系薄膜と組み合わせ固体電解質としての性能を評価した。

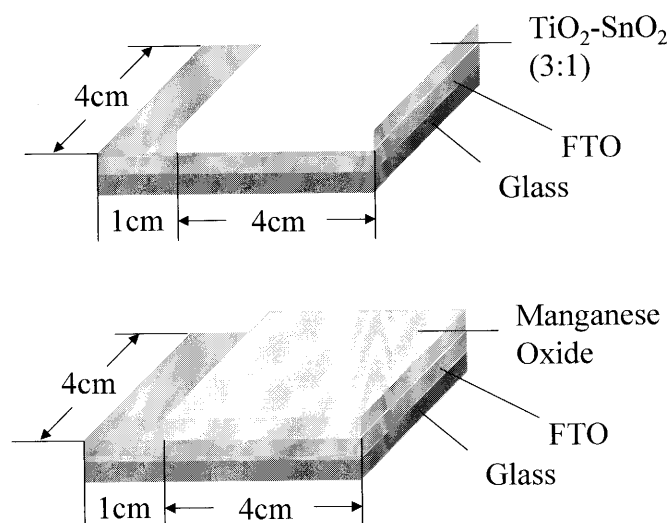


図 2

前駆体溶液を 200°C 、 250°C 、 350°C 、 500°C で焼成し、X 線回折測定を行った。その結果を図 3 に示す。 200°C 焼成と 250°C 焼成のピークは帰属することはできなかったが、 350°C 焼成では Mn_3O_4 のピークが確認された。また、 500°C 焼成では Mn_2O_3 のピークが確認された。

得られた前駆体溶液にゲル化剤を添加したマンガン酸化物を固体電解質として図 1 に示した電池を組み立て電池性能のチェックを行った。このときこのマンガン酸化物は透明で均質な膜であった。 Mn とゲル化剤のモル比が 1:1 になるようにゲル化剤により酸化マンガン系前駆体溶液をゲル化した電解質の様子を図 4 に示す。右のサンプルはゲル化している様子を分かりやすくするため逆さに置いて撮影し、比較のため左にサンプルを正位置に置いて撮影した。

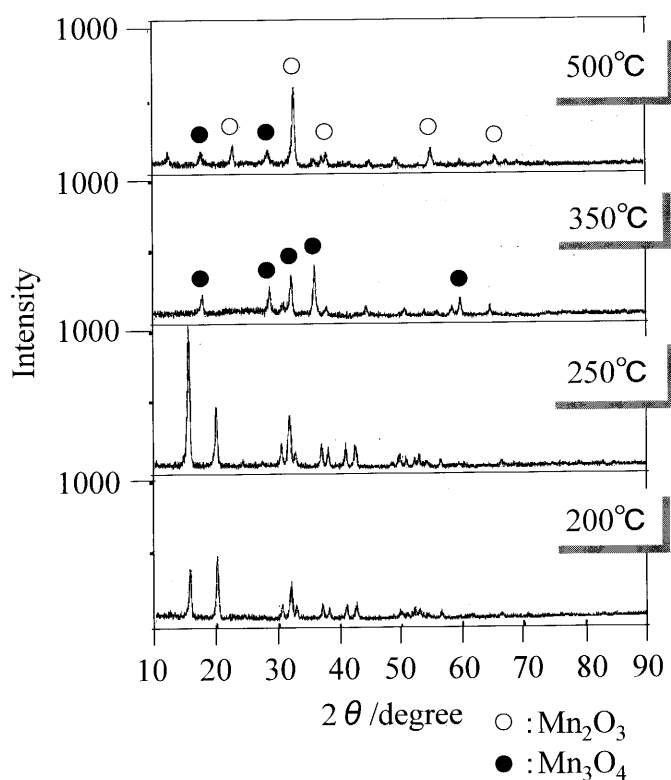


図 3



(a)



(b)

図 4

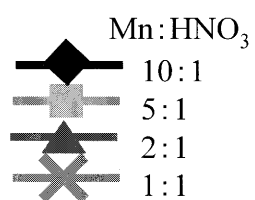
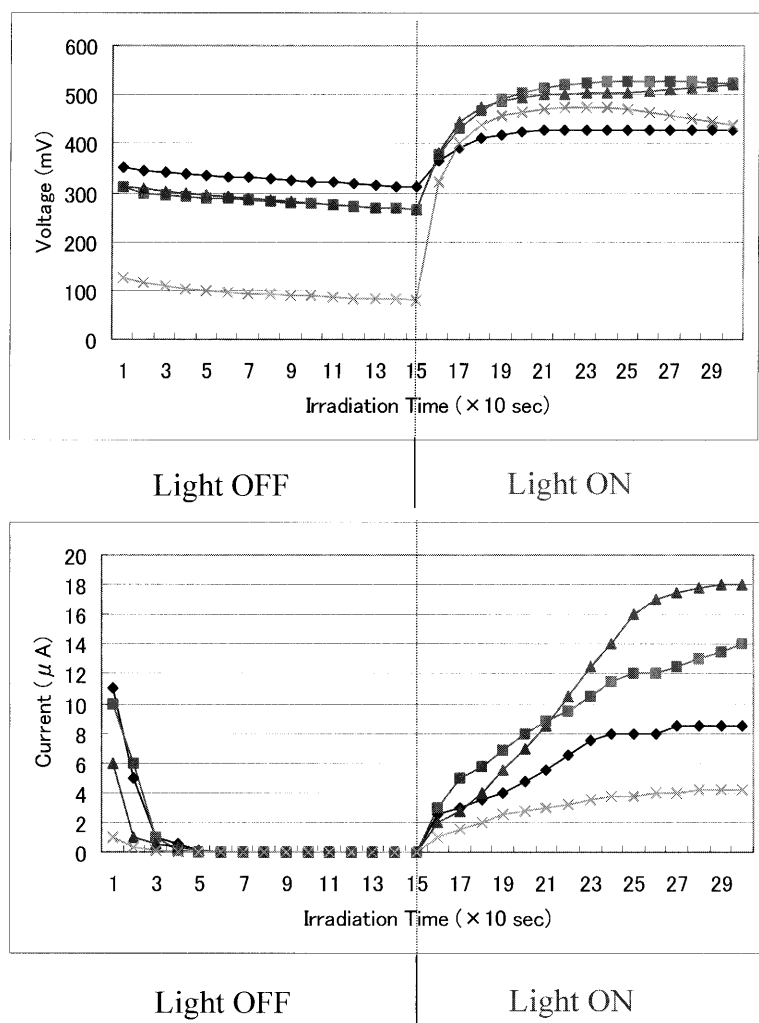


図 5 太陽電池の起電力および光電流

・光触媒と電解質の接合および基板との密着性評価

光触媒膜，電解質，基板のそれぞれの界面での密着性の評価は太陽電池を構成し，光起電力および光電流を太陽光（擬似太陽光）を on-off することによってそのレスポンスから評価した。図 5 から光の on-off 対して電流，電圧と応答よく対応しており接合および密着性については太陽電池として十分な性能が得られた。

・太陽電池の性能評価

高光触媒能が確認されている導電性ガラスと混合してから作製した酸化マンガン系固体電解質による単層タイプの光触媒型太陽電池について電圧及び電流の測定結果を示す。縦軸に電圧値または電流値をとり，横軸には測定時間をとった。また，光照射は測定後 150 秒が経過した時点から行った。

この電解質を作製する際に酸化マンガン系前駆体溶液にゲル化剤を加えることで熱処理を必要としないゲル型電解質を作製し，太陽電池に応用した。

図 5 からゲル型電解質の作製条件によって光電流値，起電力が変化することがわかった。この原因は電解質中のマンガンの原子価が 2 価から 4 価にまで変化することによる。電解質の伝導度およびマンガニオンの含有量については今後さらに検討する予定である。

まとめ

シリコン半導体型太陽電池やグレッツェル型以外の光触媒型太陽電池が開発可能であることが判明した。また，充電機構は現在研究中で，現在得られている容量はプソイドキャパシターに匹敵する容量を確認している。すなわち，電解質中のマンガンの原子価の変化に起因する容量を示している。以上を総括すると充電機能を有する太陽電池の開発が可能となった。